

# スリット式防波堤設計法の数値解析による検討

高山知司\*・安田誠宏\*\*

## 1. 研究の目的

近年、数多くの港に採用されているスリット式防波堤には、様々な構造形式、形状が存在する。その代表例として、フーチングを有するスリット式防波堤が挙げられる。この形式の防波堤は、フーチングが港外側および港内側に取り付けられる場合が大半であるが、港内側のみに取り付けられる場合もある。ここで、フーチングを有するスリット式防波堤の設計法に着目する。現状、スリット式防波堤は、高橋ら<sup>1)</sup>が提案している方法で波圧設計が行われており、高橋らの波圧設計法は、合田公式<sup>2)</sup>と同様にフーチングが比較的短い場合を想定している。そのため、波圧設計上、フーチングに作用する波圧は考慮されない。しかしながら、フーチングが港内側にのみ存在する場合は、フーチングにも揚圧力が作用し、堤体を不安定化させると考えられる。そのため、本研究では、数値波動水路を用いて港内側のみフーチングを有するスリット防波堤の底版に作用する波圧の特性を明らかにすることを目的とする。また、数値波動水路の結果を反映して、実防波堤の安定計算を実施し滑動および転倒安定性の変化について検討を行う。

## 2. 研究の方法

本研究に用いた数値波動水路はCADMAS-SURFである。数値波動水路における検討は、底版に作用する揚圧力の変化を把握するものであるため、前壁は通常の矩形の防波堤とし、フーチング長 $b$ を港内側に0mと0.2mの2タイプとした。解析モデルは、造波境界から15mの位置から21mの位置までを1/20の海底勾配として、その上に厚さ0.1mのマウンドを設置した。マウンドは造波境界から21.2mから22.8mの幅1.6mとした。また、数値波動水路の波浪条件は、水深 $h=0.55$ m、波高 $H=0.2$ m、周期 $T=2.0$ secである。

## 3. 研究の成果

図-1に水平波圧分布を示す。図中の縦軸は任意の計測点 $y$ を前面水深 $d$ で除した値で、横軸は水平波圧である。また、図中のプロットは、印はフーチングが存在しない $b=0$ mの水平波圧、印は港内側のみフーチング長 $b=0.2$ mを設置した場合の水平波圧である。実線は合田公式の水平波圧である。図-1より、 $b=0$ mと $b=0.2$ mの水平波圧分布はよく一致している。さらに、これら二つの水平波圧分布は、合田公式とほぼ同じである。そのため、港内側フーチングが水平波圧に及ぼす影響は全くないと考えられる。図-2に揚圧力分布を示す。縦軸は揚圧力、横軸は計測点を示しており、原点は前壁と底版が交差する点とした。また、実線は合田公式の揚圧力分布である。これより、 $b=0$ mの揚圧力は、全体的に合田公式の揚圧力の分布形状に一致している。一方、 $b=0.2$ mの揚圧力分布は、フーチングを含む底版全体に揚圧力が作用し、合田公式の前趾揚圧力を最大の揚圧

\* 京都大学・防災研究所・教授、\*\* 同・助手

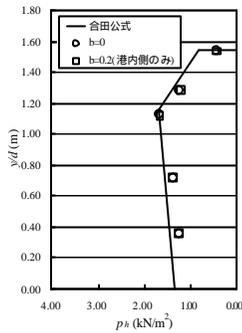


図 - 1 水平波力分布

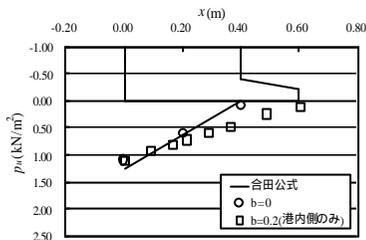


図 - 2 揚圧力分布

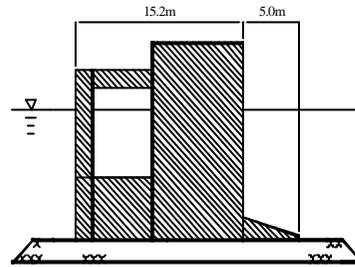


図 - 3 防波堤 A の断面

表 - 1 防波堤 A の安定計算結果

	フーチング無視		フーチング考慮	
	滑動安定性 波力, 重量 kN/m	転倒安全性 モーメント kN/m・m	滑動安定性 波力, 重量 kN/m	転倒安全性 モーメント kN/m・m
前壁, スリット	1823.29	20321.93	1823.29	20321.93
底板	495.82	7503.47	658.92	8873.51
下床版	83.16	1438.67	83.16	1438.67
堤体重量	5568.66	66837.2	5568.66	66837.2
浮力	2413.62	29875.67	2413.62	29875.67
安全率	1.20	1.52	1.13	1.45
判定	> 1.20	> 1.20	< 1.20	> 1.20

力, フーチング後趾の揚圧力を0とする三角形分布となる. これより, 揚圧力の合力が $b=0$ と比較して増加するため, 堤体は不安定になると考えられる. そこで, フーチングに作用する波圧を考慮した場合, 滑動および転倒安全率にどのような影響があるか, 実防波堤Aを例にとって設計計算を実施した. 防波堤Aの断面を図 - 3 に示す. 現地の波浪条件は, 水深 $h=25\text{m}$ , 有義波高 $H_{1/3}=6.8\text{m}$ , 周期 $T=14.2\text{sec}$ である. 表 - 1 に設計計算結果を示す. 港内側にのみフーチングがある場合, 揚圧力が港内側フーチング長のみだけ増加するため, 防波堤の滑動安定性, 転倒抵抗性を不安定化させていることが分かる. 防波堤Aにおいては, フーチングを無視する現行設計法において防波堤の断面が滑動で決定されていたために, フーチングを考慮する設計では滑動安全率が1.2を下回る1.13まで低下する結果となった. また, 転倒安全率は, 現行設計法において余裕があったために安全率1.2を下回ることはなかったが, 滑動と同様に安全率は低下している. これより, 転倒抵抗性の増加, 底面反力の軽減のために港内側フーチングのみを取り付ける場合は, 港内側フーチングに作用する揚圧力を評価しないと防波堤の滑動や転倒を引き起こす可能性があると言える.

#### 4. 謝 辞

本研究は住友重機械工業(株)株式会社からの受託研究として実施されたものであり, 関係各位には多大なるご助力を賜った. ここに謝意を表する.

#### 参 考 文 献

- 1) 高橋重雄, 下迫健一郎, 佐々木均(1991): 直立消波ケーソンの部材波力特性と耐波設計法, 港湾技術研究所報告, Vol.30 No.4, p.3-34.
- 2) Goda, Y. (1974): New wave pressure formulae for composite breakwaters, *Proc.14<sup>th</sup> ICCE*, ASCE, pp.1702-1720.